

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 15 DEC 1999

WIPO PCT

EU

DE 99/3178

Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur kanalweisen Einstellung von Sendesignalleistungen
eines Wellenlängenmultiplex-Übertragungssystems"

am 23. Oktober 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
H 04 J 14/02 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 12. November 1999
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Zeichen: 198 48 989.7

Wehner

This Page Blank (uspto)

Beschreibung

Verfahren zur kanalweisen Einstellung von Sendesignalleistungen eines Wellenlängenmultiplex-Übertragungssystems

5

Optische Wellenlängenmultiplex-Übertragungssysteme weisen aufgrund der Wellenlängenabhängigkeit von optischen Verstärkern, Dämpfungen in den Übertragungsfasern und in passiven optischen Komponenten sowie durch nichtlineare Effekte wie Signalverkopplungen durch stimulierte Ramanstreuung im allgemeinen für die unterschiedlichen Signale bzw. Kanäle unterschiedliche Dämpfungswerte auf. Diese Effekte können sich bei einer optischen Übertragungsstrecke, die aus mehreren Streckenabschnitten mit mehreren Faserverstärkern besteht, addieren. Als Folge hiervon werden auf der Empfangsseite die schwächeren optischen Signale vom optischen Empfänger nicht mehr fehlerfrei detektiert, weil deren Pegel zu klein sind oder weil deren optisches Signal-Rausch-Verhältnis (OSNR - Optical Signal-to-Noise-Ratio) zu klein ist. Andererseits kann bei einem weniger gedämpften Signal der maximal zulässige Eingangspegel des optischen Empfängers überschritten werden.

20

Ein in bestehenden optischen Übertragungssystemen angewendetes Verfahren zum Ausgleichen der unterschiedlichen Pegel- oder OSNR-Werte besteht in einer entsprechenden Vorkompensation auf der Sendeseite, die sog. Preemphase. Hierbei wird die Pegel- oder OSNR-Verteilung der Kanäle/Signale auf der Empfangsseite mit Hilfe eines optischen Spektrumsanalysators gemessen und durch sendeseitige Anhebung des Pegels der am Empfänger stark gedämpft ankommenden Signale sowie durch entsprechende Absenkung des Pegels der leistungstärkeren Signale dafür gesorgt, daß alle Empfangssignale auf der Empfangsseite die gleiche Leistung (Pegelbalance) oder das gleiche Signal-Rausch-Verhältnis (ONSR-Balance) haben. Die Anhebung bzw. Absenkung des Sendesignalpegels wird für jeden Kanal bzw. jedes Sendesignal meist so gewählt, daß die Sendesignal-Summenleistung (Summe der Leistungen aller Sendesignale bzw.

30

35

des Summensignals) am Anfang der optischen Strecke unverändert bleibt, bzw. einen Maximalwert nicht überschreitet.

5 Geeignete Algorithmen für die Pegel- und OSNR-Balance sind in dem Beitrag Equalisation in Amplified WDM Lightwave Transmission Systems in IEEE Photonics. Technologie Letters, Vol. 4, No. 8, August 1992, Seite 920 bis 922 beschrieben.

10 Bei Anwendung eines exakt durchgeführten Pegel- oder OSNR-Ausgleichs können jedoch folgende Nachteile auftreten: Eine vollständige Pegel-Balance für die Empfangsseite kann wegen der Wellenlängenabhängigkeit der Streckendämpfung auf der Sendeseite eine zu hohe Pegeldynamik, d.h. einen zu großen Quotienten zwischen maximaler und minimaler Kanalleistung, 15 hervorrufen. Dann besteht die Gefahr, daß Signale mit angehobenem Sendepiegel durch nichtlineare Effekte der Faser verzerrt werden und/oder Sendesignale mit stark abgesenktem Pegel bereits die minimale Eingangsleistung eines optischen Verstärkers unterschreiten, so daß erhebliche Signalverzerrung durch Rauschen die Folge sind. 20 Auch eine vollständige OSNR-Balance für die Empfangsseite kann auf der Sendeseite eine zu hohe Pegeldynamik bewirken.

25 Zusätzlich besteht die Gefahr, daß der zulässige Eingangsbereich eines oder mehrerer der angeschlossenen optischen Empfänger über- oder unterschritten wird.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, Verfahren zur kanalweisen Einstellung von Sendesignalleistungen anzugeben, bei denen 30 der sendeseitige Dynamikbereich eingehalten wird. Ein erweitertes Verfahren berücksichtigt auch den empfangsseitigen Dynamikbereich bei einer exakten OSNR-Balance.

35 Die Aufgabe wird durch Verfahren gelöst, die in den unabhängigen Ansprüchen 1 und 3 angegeben sind.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Im allgemeinen ist auf der Empfangsseite keine exakte Pegel-
5 Balance erforderlich, da die angeschlossenen optischen Empfänger einen beträchtlichen Pegel-Dynamikbereich aufweisen, in dem sie optimal arbeiten. Ebenso ist keine exakte OSNR-Balance erforderlich, wenn entsprechende Systemreserven vorhanden sind. In diesem Fall ist ein Verfahren optimal, das
10 lediglich den Dynamikbereich der Sendesignale berücksichtigt. Da im allgemeinen die Systeme mit einer optimalen bzw. maximal zulässigen Summenleistung arbeiten, ist es vorteilhaft, wenn diese bei einer etwa erforderlichen Komprimierung der einzelnen Sendesignalleistungen konstant bleibt.

15

Bei einer OSNR-Balance muß jedoch auch empfangsseitig der zulässige Dynamikbereich überprüft werden. Im Bedarfsfall erfolgt eine Anpassung der der Empfangssignal-Leistungen durch Kompression. Diese erfolgt wiederum durch Änderung der Leistung der einzelnen Sendesignale. Auch hier muß die Einhaltung des sendeseitigen Dynamikbereichs nochmals überprüft und
20 gegebenenfalls geändert werden.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer WDM-
30 Übertragungseinrichtung mit Dynamikkompression,
Figur 2 ein Ablaufdiagramm zur sendeseitigen Dynamikkompression und
Figur 3 ein Ablaufdiagramm zur empfangsseitigen Dynamikkompression.

35

Figur 1 zeigt das Prinzipschaltbild einer WDM-Übertragungseinrichtung. In einem Sendeterminal TT sind meh-

rere optische Sender TX1 bis TXn zum Übertragen von Daten über unterschiedlichen Wellenlängen zugeordneten Kanälen vorgesehen. Die entsprechenden Sendesignale S1 bis Sn werden über einstellbare optische Dämpfungsglieder VOA1 bis VOAn geführt und von einem Multiplexer M zu einem Wellenlängen-Multiplexsignal WMS zusammengefaßt. Dieses Signal wird in eine optische Faser F eingespeist und über verschiedene Streckenabschnitte SA1, SA2 zu einem Empfangsterminal RT übertragen. Um die Dämpfung durch die optische Faser auszugleichen sind verschiedene optische Verstärker V vorgesehen. Im Empfangsterminal RT wird das Wellenlängen-Multiplexsignal in einem Demultiplexer D in einzelne Empfangssignale E1 bis En zerlegt, die jeweils einem optischen Empfänger RX1 bis RXn zugeführt werden.

15

Das Wellenlängenmultiplexsignal wird empfangsseitig durch einen Koppler K, der dem Demultiplexer vorgeschaltet ist, aufgesplittet und einem optischen Spektrumanalysator OSA zugeführt. Die von diesem gemessene Pegel- und OSNR-Werte werden - beispielsweise über einen gesonderten Steuerkanal OSC (Optical Supervisory Channel) - an ein Preemphase-Steuergerät MD im Sendeterminale geführt. Dieses besteht aus einer Recheneinrichtung CU und einer Einstelleinrichtung SD, die die Sendepegel der einzelnen Sendesignale einstellt, beispielsweise durch Steuerung der Ausgangsleistung der optischen Sender oder hier durch Einstellen der Dämpfungsglieder. Die Recheneinheit kann ebenso auf der Empfangsseite vorgesehen sein.

25

Zunächst wird der Fall betrachtet, daß nur eine Einstellung des sendeseitigen Dynamikbereichs anhand des Ablaufdiagramms **Figur 2** erfolgt. Die einzelnen Sendeleistungen und Empfangsleistungen bzw. Sendeleistungen und die empfangsseitigen Signal-Rauschen-Abstände, kurz die Dämpfungen der einzelnen Kanäle oder die OSNR-Güte (Rauschabstand/Sendeleistung) müssen in der Regel durch Messungen bekannt sein.

35

Als erstes erfolgt dann eine Berechnung der sendeseitigen Leistungsverteilung (Pegelverteilung) für eine exakte Pegel- oder OSNR-Balance auf der Empfangsseite, bei der von den vorstehen aufgeführten Übertragungseigenschaften der einzelnen Kanäle ausgegangen wird.

Anschließend kann die Dynamikkompression gestartet werden. In einem ersten Schritt wird ermittelt, wie groß die sendeseitige Pegeldynamik D_{tx} ist. Diese entspricht den Quotienten aus größtem Pegel P_{tx_max} und kleinstem Pegel P_{tx_min} der Sendesignale, wobei unter Pegel hier die Leistung in einem linearen Maßstab verstanden wird, beispielsweise in Milliwatt.

F1) $D_{tx} = \frac{\text{größter Pegel aus } P_{tx}(i)}{\text{kleinster Pegel aus } P_{tx}(i)}$
 $i = 1, 2, \dots, n$ - Sendesignal

Anschließend erfolgt die Überprüfung, ob der festgestellte Dynamikbereich D_{tx} größer als der zulässige Dynamikbereich D_{tx_max} ist. Ist dies nicht der Fall, erfolgt keine Dynamikkompression. Wenn dies jedoch der Fall ist, erfolgt in den nächsten Rechenschritt die Berechnung der Abweichung, des Offsets, der einzelnen Signalleistungen vom Mittelwert P_{tx_mean} , der aus der optimalen oder maximal zulässigen Sendeleistung des sendeseitigen Wellenlängen-Multiplexsignal dividiert durch die Anzahl der Signale ermittelt wurde.

F2) $\Delta P_{tx}(i) := P_{tx}(i) - P_{tx_mean}$

Im folgenden Rechenschritt wird der absolute maximale und minimale Offset, d.h. der Offset des stärksten und schwächsten Sendesignals ermittelt.

F3) $\Delta P_{tx_max} := \max(\Delta P_{tx}(i))$
 $\Delta P_{tx_min} := \min(\Delta P_{tx}(i))$

Danach erfolgt die Berechnung des Kompressionsfaktors

```
F4) compfact_tx := Ptx_mean * (Dtx_max - 1) /
    (deltaPtx_max - Dtx_max * deltaPtx_min)
```

5

Dieser wird zur Berechnung der komprimierten Pegel entsprechend

```
F5) deltaPtx(i) := deltaPtx(i) * compfact_tx
10 Ptx(i) := Ptx_mean + deltaP_tx(i)
```

verwendet.

Hiermit ist die Dynamikkompression fertig berechnet und es
15 kann die Einstellung der neu berechneten komprimierten Sendepegel Ptx(i) der Sendesignale S1 bis Sn erfolgen.

Wenn die einzelnen Empfangssignale E1 bis En dasselbe Signal-Rausch-Verhältnis aufweisen sollen, also von einer OSNR-Balance ausgegangen wird, kann in einem erweiterten Verfahren
20 nach **Figur3** zusätzlich eine empfangsseitige Dynamikkompression durchgeführt werden. Voraussetzung für das Kompressionsverfahren ist wieder, daß die Übertragungseigenschaften für jeden Kanal bekannt sind.

Hierdurch wird die Berechnung der sendeseitigen Pegel für die
25 einzelnen Sendesignale, die Pegelverteilung, für eine OSNR-Balance möglich.

Die empfangsseitige Dynamikkompression beginnt mit der Bestimmung der empfangsseitigen Dynamik Drx.
30

```
F7) Drx := größter Pegel aus Prx(i) / kleinster Pegel aus Prx(i)
    i = 1, 2, ..., n - Empfangssignal
```

35 Es folgt die Überprüfung, ob die zulässige empfangsseitige Dynamik Drx überschritten ist. Falls nein, ist eine empfangsseitige Dynamikkompression nicht erforderlich und die errech-

neten Signalpegel können sendeseitig eingestellt werden. Im allgemeinen ist noch eine Überprüfung der zulässigen sendeseitigen Dynamik erforderlich.

- 5 Ist dagegen die zulässige empfangsseitige Dynamik Drx überschritten, so werden zunächst die Abweichungen, die Offsets, der empfangsseitigen Kanalleistungen $P_{tx}(i)$ vom Mittelwert P_{tx_mean} bestimmt:

10 F7) $\Delta P_{rx}(i) := P_{rx}(i) - P_{rx_mean}$

und die maximalen und minimalen Offsets ermittelt:

15 F8) $\Delta P_{rx_max} := \max(\Delta P_{rx}(i))$
 $\Delta P_{rx_min} := \min(\Delta P_{rx}(i))$

Anschließend wird empfangsseitiger Kompressionsfaktor berechnet:

20 F9) $compact_{rx} := Prx_mean * (Drx_max - 1)$
 $/(\Delta Prx_max - Drx_max * \Delta Prx_min$

Hieraus erfolgt die Ermittlung der komprimierten Empfangspegel

F10) $Prx(i) := Prx_mean * \Delta Prx(i) * compact_{rx}$

Mit Hilfe der bereits ermittelten kanalindividuellen Streckendämpfung $Atten(i)$ können aus den komprimierten Empfangspegeln die zugehörigen Sendepegel ermittelt werden

30

F11) $P_{tx_neu}(i) = Prx(i) * Atten(i)$

Es kann erforderlich sein, die Sendesignalleistungen zu verringern, falls die zulässige Summenleistung überschritten ist, oder es ist sinnvoll, die Sendesignalleistungen zu erhöhen

35

hen, um die Übertragungseigenschaften zu verbessern. Beides erfolgt durch eine sendeseitige Pegelanpassung. Es wird hierzu ein neuer sendeseitiger Mittelwert berechnet werden:

5

F12) $P_{tx_mean_neu} = \text{Summe } (P_{tx_neu}(i) / \text{Kanalzahl})$

Hieraus wird ein sendeseitiger Korrekturfaktor bestimmt;

10 F13) $corfact_tx = P_{tx_mean} / P_{tx_mean_neu}$

Es folgt die Berechnung der neuen Sendepegel:

15

F14) $P_{tx}(i) = P_{tx_neu}(i) * corfact_tx$

Hiermit ist die Dynamikkompression beendet und es erfolgt die Einstellung der neu errechneten Sendepegel.

20

Bei der Dynamikkompression müssen natürlich Signalausfälle berücksichtigt werden. Die Zeitkonstanten des Regelkreises werden an die Erfordernisse angepaßt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kanalindividuellen Einstellung von Sendesignalleistungen eines Wellenlängenmultiplex-
5 Übertragungssystems,
bei dem die Übertragungseigenschaften für jeden Übertragungs-
kanal ermittelt werden und
für gleiche Signalleistungen oder gleiche Signal-Rausch-
Verhältnisse der einzelnen Empfangssignale (E_1 bis E_n) die
10 Signalleistungen der zugehörigen Sendesignale (S_1 bis S_n) kanalindividuell ermittelt werden,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei Überschreitung des sendeseitig zulässigen Dynamikbe-
reichs (Drx_{max}) die individuellen Leistungsabweichungen
15 ($\Delta Ptx(i)$, $i = 1, 2, \dots, n$) der Sendesignale (S_1 bis S_n)
von einer mittleren Sendesignalleistung (Ptx_{mean}) ermittelt
werden und derart verringert werden, daß der zulässige Dyna-
mikbereich eingehalten wird, und
daß die neu ermittelten komprimierten Sendesignalleistungen
20 eingestellt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
die individuellen Leistungsabweichungen der Sendesignale (S_1
bis S_n) mit einem für alle Sendesignale (S_1 bis S_n) gleichen
Empfangs-Kompressionsfaktor ($compfact_{tx}$) derart verringert
werden, daß der zulässige Dynamikbereich eingehalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß die insgesamt zulässige Sendesignal-Summenleistung aller
Sendesignale (S_1 bis S_n) zumindest annähernd konstant gehalten
wird.

4. Verfahren zur kanalindividuellen Einstellung von Sendesignalleistungen eines Wellenlängenmultiplex-Übertragungssystems,

5 bei dem die Übertragungseigenschaften für jeden Übertragungs-
kanal ermittelt werden und
für gleiche Signal-Rausch-Verhältnisse der einzelnen Empfangssignale (E_1 bis E_n) die Leistungen ($P_{tx}(i)$) der zugehörigen Sendesignale (S_1 bis S_n) kanalindividuell ermittelt werden,

10 dadurch gekennzeichnet,
daß bei einer Überschreitung des empfangsseitig zulässigen
Dynamikbereichs (Drx_max) die individuellen Leistungsabweichungen ($\Delta Prx(i)$, $i = 1, 2, \dots, n$) der Empfangssignale (E_1 bis E_n) von einer mittleren Empfangsleistung (P_{tx_mean}) ermittelt werden und derart verringert werden, daß der empfangsseitig zulässige Dynamikbereich eingehalten wird,
15 daß die erforderlichen Sendesignalleistungen ($P_{tx_neu}(i)$) neu berechnet werden,
daß gegebenenfalls mit Hilfe eines zu berechnenden Sendekorrekurfaktors ($corfact_tx$) eine sendeseitige Leistungskorrektur durchgeführt wird.
20 und daß die neu ermittelten komprimierten Sendesignalleistungen eingestellt werden.

25 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die individuellen Leistungsabweichungen der Empfangssignale (E_1 bis E_n) mit einem für alle Empfangssignale (E_1 bis E_n) gleichen Kompressionsfaktor ($compfact_rx$) derart verringert werden, daß der empfangsseitig zulässige Dynamikbereich eingehalten wird.
30

6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Empfangssignal-Summenleistung aller Empfangssignale
5 (E1 bis En) und/oder die Sendesignal-Summenleistung aller
Sendesignale (S1 bis Sn) zumindest annähernd konstant gehalten wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
10 dadurch gekennzeichnet,
ein neuer sendeseitiger Pegelmittelwert (Ptx_mean_neu) ermittelt wird, daß aus dem Verhältnis von altem Pegelmittelwert
~~(Ptx_mean) zu neuen Pegelmittelwert (Ptx_mean_neu) ein Kor-~~
15 ~~rekturfaktor (corfact_tx) ermittelt wird und daß die indivi-~~
duellen Signalleistungen (Ptx(i)) der Sendesignale (S1 bis
Sn) mit diesem für alle Sendesignale (S1 bis Sn) gleichen
Korrekturfaktor (corfact_tx) derart geändert werden, daß die
insgesamt zulässige Sendesignal-Summenleistung aller Sendesi-
gnale (S1 bis Sn) zumindest annähernd konstant gehalten wird.

Zusammenfassung

Verfahren zur kanalweisen Einstellung von Sendesignalleistungen eines Wellenlängenmultiplex-Übertragungssystems

5

Für eine exakte Pegel-Balance oder Signal-Rausch-Verhältnis-Balance von Empfangssignalen (E_1 bis E_n) werden die zugehörigen Sendesignalleistungen ($P_{tx}(i)$) eingestellt. Wird der zulässige Dynamikbereich überschritten, erfolgt eine Kompression der einzelnen Sendesignalleistungen, wobei die Sendesignal-Summenleistung zumindest annähernd konstant gehalten wird.

10

Figur 1

15

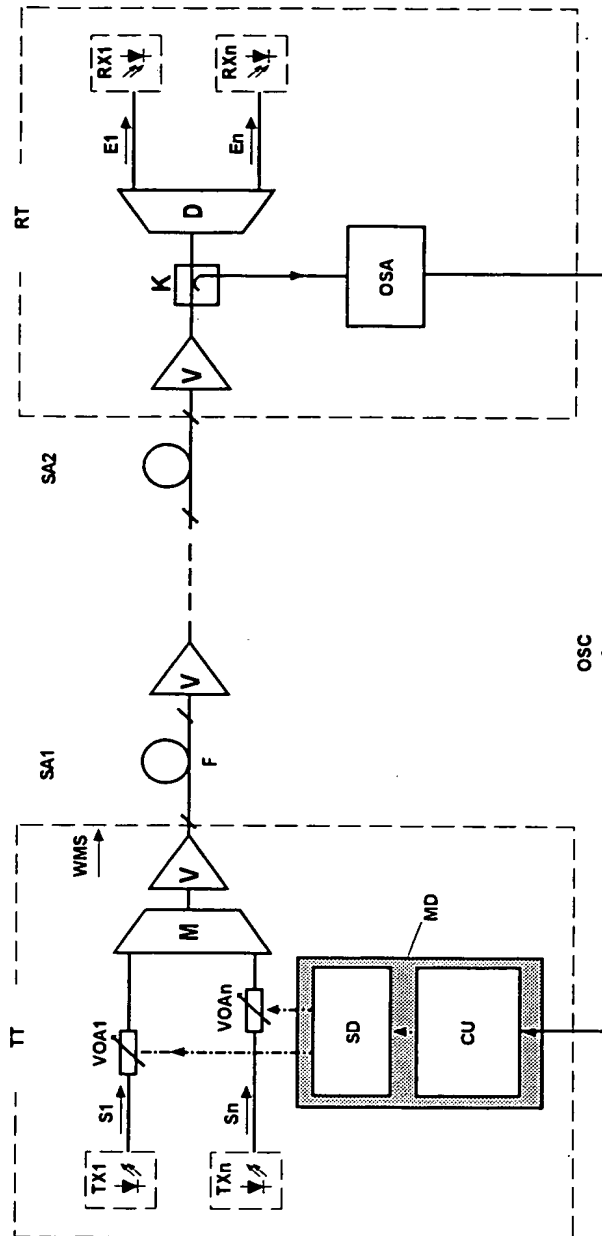


Fig. 1

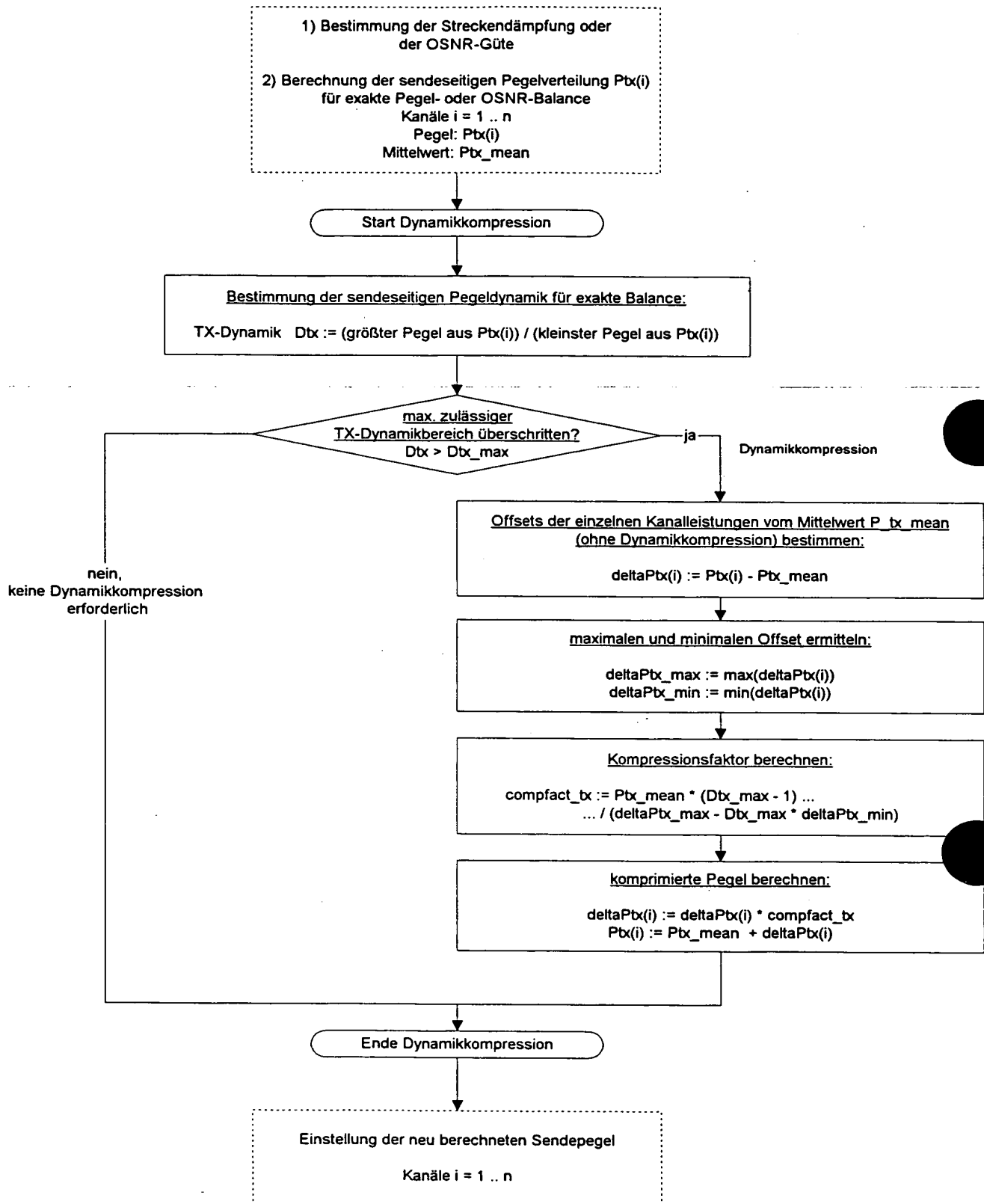


Fig. 2

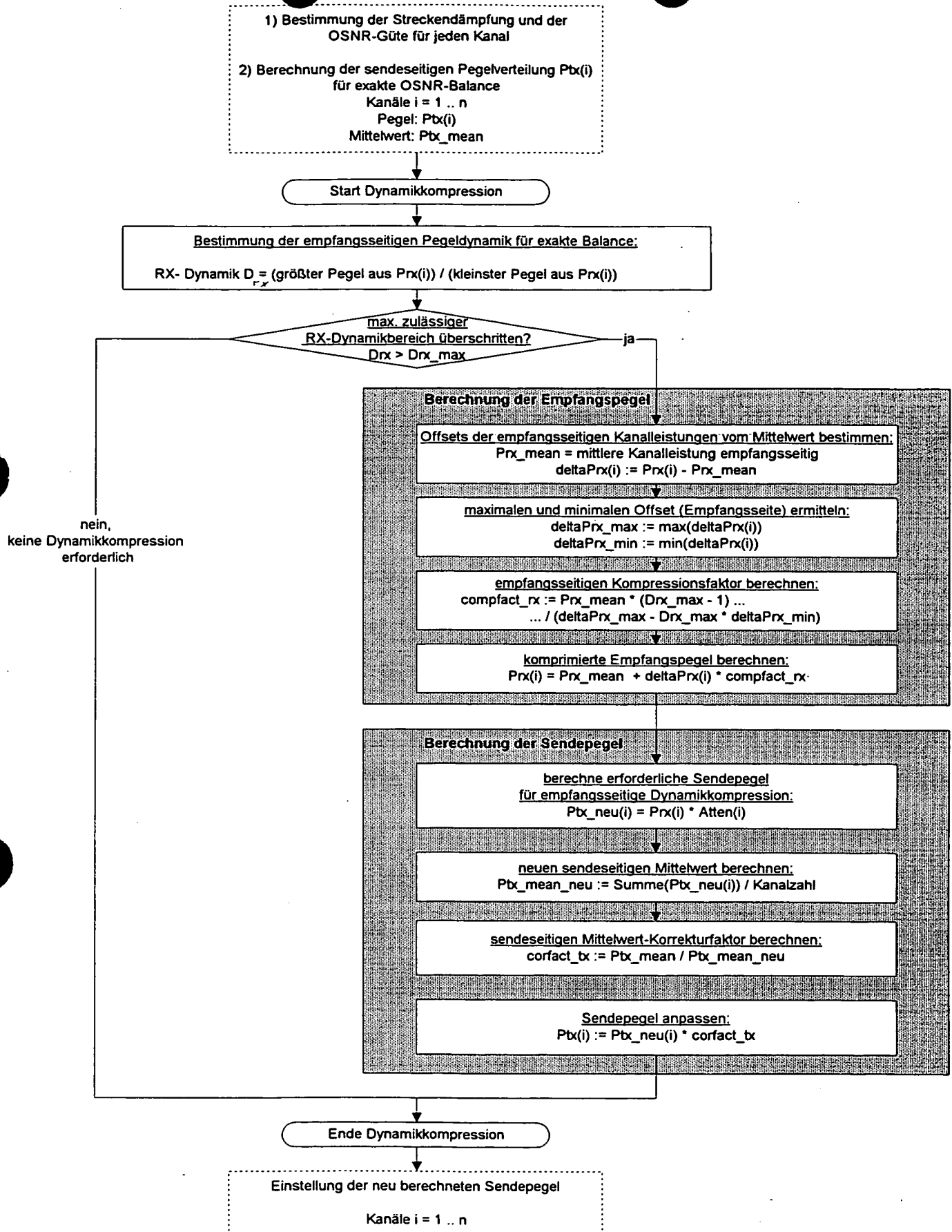


Fig. 3

This Page Blank (uspto)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 15 DEC 1999

WIPO PCT

DE 99/3483

Bescheinigung

EJV

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

„Verfahren zum Steuern und Steuerung für ein stufenloses automatisches Kraftfahrzeug-Getriebe“

am 23. Oktober 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole F 16 H und B 60 K der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 18. November 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Wehner

Aktenzeichen: 198 49 038.0

This Page Blank (uspto)

Beschreibung

Verfahren zum Steuern und Steuerung für ein stufenloses automatisches Kraftfahrzeug-Getriebe

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Steuerung nach dem Oberbegriff von Anspruch 9.

10

Bekannte Steuerungen für stufenlose Kraftfahrzeug-Getriebe, üblicherweise auch als CVT-Steuerungen bezeichnet, stellen den Sollarbeitspunkt des Getriebes, der einer Sollmotordrehzahl entspricht, als Funktion des Fahrpedalwerts oder des resultierenden Soll-Motordrehmoments ein. Die Steuerung enthält meistens zwei Stellkennlinien: eine, die für einen ökonomischen, d.h. kraftstoffsparenden, Betrieb und eine andere, die für einen fahrleistungsorientierten, sportlichen Betrieb des Kraftfahrzeugs ausgelegt ist. Die letztere bewirkt bei gleicher Fahrpedalstellung höhere Motordrehzahlen - entsprechend einer kleineren Übersetzung -, so daß dem Fahrer eine größere Motordrehmoment- oder Fahrpedalreserve zur Verfügung steht. Dabei muß der Fahrer das Fahrpedal bei gleicher Motorleistung nicht soweit auslenken wie bei einer Steuerung mit der Stellkennlinie für ökonomischen Betrieb.

15

20

25

30

Bei einem bekannten Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs mit CVT-Getriebe (DE 43 30 391 A1) wird mit einer manuell zu bedienenden Betätigungseinrichtung die Übersetzung des Getriebes kontinuierlich verstellt, wobei die Verstellung der Übersetzung innerhalb der Grenzen einer größten und einer kleinsten Übersetzung solange durchgeführt wird, wie die manuelle Betätigung erfolgt (Tip-Betrieb).

35

Solchermaßen gesteuerte CVT-Getriebe sind zwar technisch sehr flexibel, setzen aber beim Fahrer die Bereitschaft zur Umstellung voraus. Ein kontinuierliches Verstellen der Getriebeübersetzung trägt einerseits dazu bei, den Motor in dem verbrauchsgünstigsten Betriebsbereich zu halten, andererseits

ist ein Konstanthalten der Motordrehzahl für den Fahrer sehr ungewohnt, ein Verhalten, das auch als "Motorrollereffekt" bekannt ist. Viele Fahrer würden eher das gewohnte akustische Verhalten eines Kraftfahrzeugs mit einem Stufengetriebe bevorzugen, vor allem die bei diesem spürbare Kopplung der Motordrehzahl mit der Fahrgeschwindigkeit. Dies gilt insbesondere für sportlich veranlagte Fahrer.

Der stufenlose Betrieb eines CVT-Getriebes entkoppelt den gewohnten Zusammenhang von Drehzahländerung des Motors und Beschleunigung des Fahrzeugs. Da dieser Zusammenhang den Fahrspaß des Fahrers beeinflusst, erscheint es sinnvoll, diesen Zusammenhang auch bei einem CVT-Getriebe herzustellen, ohne dessen Hauptvorteil, die freie Wahl des Betriebspunkts, aufzugeben.

Eine bekannte elektronische Steuerung eines CVT-Getriebes reproduziert das Verhalten eines Sechsgang-Stufengetriebes, in dessen Steuerung der Fahrer manuell durch Eingeben von Schaltbefehlen eingreifen kann, und erzeugt damit Fahrspaß (SAE-Paper 9636321 Keiji SATO et al., Development of electronically controlled CVT system equipped with CVTip, SAE conference CVT'96, Yokohama). Ein Verhalten wie bei einem Stufengetriebe wird mit mehreren diskreten Gangstufen reproduziert, die über Schaltkennlinien und -felder gesteuert werden. Der Nachteil einer solchen Lösung ist ein hoher Anpassungsaufwand, da die Schaltkennlinien und -felder mit sehr vielen einzelnen Punkten definiert sind, die äußerst aufwendig an unterschiedliche Fahrzeug- und Motorvarianten angepaßt werden müssen.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Steuerung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der die für den Fahrer gewohnte Kopplung zwischen Motordrehzahl und Fahrgeschwindigkeit bei einem Kraftfahrzeug mit CVT Getriebe hergestellt wird, ohne das starre Schema eines Stufengetriebes abzubilden. Dies soll insbeson-

dere unter Berücksichtigung des genannten Sollarbeitspunktes erreicht werden.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren nach Anspruch 1 und durch die Steuerung nach Anspruch 9 gelöst. Vorteilhaftes Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen niedergelegt.

10 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Getriebe-
steuerung;

15 Figur 2 eine Schaltungsanordnung zum Berechnen eines Übersetzungssollwerts;

Figur 3 die Fahrzeuggeschwindigkeit in Abhängigkeit der Motordrehzahl bei einer erfindungsgemäßen Getriebe-
steuerung;

20 Figur 4 eine Diagrammdarstellung eines in der Getriebesteuerung gemäß Figur 1 verwendeten Motordrehzahlsprungs;

Figur 5 ein Diagramm zur Erläuterung eines manuellen Eingriffs des Fahrers in die Getriebesteuerung, und

Figur 6 ein Kennfeld des CVT-Getriebes bei direkter Steuerung der Drosselklappe des Kraftfahrzeugs durch den Fahrer.

Die Struktur einer erfindungsgemäßen Steuerung 1 eines automatischen CVT-Getriebes 2, im folgenden als Getriebesteuerung 1 bezeichnet, ist aus dem Blockschaltbild von Figur 1 ersichtlich. Sie enthält eine Anzahl nachfolgend beschriebener Schaltungsbestandteile, die auch als Programmblöcke realisiert sein können, und die im folgenden vereinfachend jeweils als "Block" bezeichnet werden. Bei den einzelnen Blöcken sind in Klammern die - weitgehend englischsprachigen - Bezeichnungen angegeben, die für Programmbeschreibungen benutzt werden.

30

35

Die Getriebesteuerung 1 enthält erste Fuzzy-Systeme 3, die eine Fahrer- und eine Last- oder Bergerkennung durchführen (driver, load, road), ein zweites Fuzzy-System 4, das eine Fahrsituationserkennung (driving situation detection) durch-
5 führt, eine Adaptions- und Identifikationsschaltung 5 (Online Adaption), einen Block 6 zur Kurzzeitbeeinflussung bei einigen kurzfristig auftretenden Situationen (dynamic corrections), und eine Stellkennlinien enthaltende oder erzeugende Kennfeldschaltung 7, (static eng. speed setpoint lines). Des
10 weiteren enthält die Getriebesteuerung 1 einen Block 8 (stepped mode (automatic)), der die Motordrehzahl mit der Fahrgeschwindigkeit koppelt und damit einen Stufenbetrieb realisiert, einen Block 10 (Tip function (manual)), der direkte manuelle Eingriffe des Fahrers umsetzt.

15 Ein Block 11, der eine Betriebsmoduswahl (driving mode selection) durchführt, entscheidet über die Betriebsart der Getriebesteuerung zusammen mit einem Block 12 (selection, combination), der Verknüpfungen zwischen den Blocks 7, 8 und 10
20 herstellt. Einzelheiten hierzu, zum Beispiel wie der manuelle Modus der Getriebesteuerung erkannt wird und die Rückkehr in den automatischen Modus erfolgt, sind in der älteren Anmeldung DE 197 36 406.3 (unser Zeichen GR 97 P 2190) dargestellt. Der Block 5 (Online Adaption) ist in der älteren An-
25 meldung DE 197 52 623.3 (unser Zeichen GR 97 P 2969) erläutert.

Über Mehrfachsignalleitungen oder Datenbusse 14 und 15 werden den Fuzzy-Systemen 3 und 4 die Signale von mehreren hier
30 nicht dargestellten Sensoren zugeführt (siehe auch Figur 2). Über eine Signalleitung 16 gelangen zu den Blöcken 5, 11, 7, 16, 8 und 10 manuell eingegeben Befehle des Fahrers: ein Tip "+" zum Hochschalten, d.h. zum Erhöhen der Übersetzung, und ein Tip "-" zum Rückschalten oder Verkleinern der Über-
35 setzung. Die zwischen den einzelnen Blöcken von Figur 1 ausgetauschten Befehle werden weiter hinten erläutert.

Die bislang vereinfacht dargestellte Kennfeldschaltung 7 enthält eine Kennfeld-Überlagerungsschaltung 20 (Figur 2), der das Ausgangssignal des Fuzzy-Systems 3 zugeführt wird, das Fahrer- und Lastfaktoren dr , ld enthält (eine Liste der hier benutzten Formelzeichen ist am Ende dieser Beschreibung angefügt). Der Aufbau des Fuzzy-Systems 3, die von ihm ausgewerteten Sensorsignale und das erzeugte Ausgangssignal sind in der Anmeldung EP 0 576 703 A1 beschrieben. Das Ausgangssignal bewirkt nach einer Filterung in einem Filter 21, in dem über eine Leitung 22 signalisierte besondere Betriebsbedingungen berücksichtigt werden können, in der Überlagerungsschaltung 20 (static eng. speed setpoint lines) eine Überlagerung von Kennfelddaten, die in mehreren Kennfeldern abgelegt sind. Die Art der Überlagerung wird zum Beispiel wie in der oben genannten älteren Anmeldung DE 197 52 623.3 beschrieben durchgeführt.

Die Getriebesteuerung 1 paßt ihr Schaltverhalten kontinuierlich an das Fahrverhalten des Fahrers und an die Belastungssituation des Fahrzeugs an, indem sie mit der von dem Fuzzy-System 3 berechneten Werte für das Fahrerverhalten dr und den Belastungszustand ld in der Überlagerungsschaltung 20 durch eine Interpolation zwischen verschiedenen Kennfeldern eine Sollmotordrehzahl $ne_nom_stat(t)$ oder eine korrespondierende Übersetzung, d.h. einen sozusagen virtuellen Gang auswählt.

Ist der Fahrer mit dem Schaltverhalten des Fahrzeugs nicht einverstanden, so hat er wie erwähnt die Möglichkeit, über eine '-'-Taste 16 eines Eingabeorgans durch den Block 10 (siehe Figur 1) einen Gang zurückzuschalten und über eine '+'-Taste 16 einen virtuellen Gang hochzuschalten (,tip function (manual)').

Der Block 8, der den gestuften Modus der Getriebesteuerung 1 steuert, soll nun näher beschrieben werden. Durch die Blöcke 7, 8, 11 und 12 wird eine eingestellte oder einzustellende

Sollgetriebeübersetzung $i_{\text{nom_select}}$ festgelegt und vorgegeben, zum Beispiel mit den Bedingungen "kein Kaltstartbetrieb" oder "manuelle Eingriffe".

- 5 Hierzu wird eine aus der Überlagerungsschaltung 20 in Block 7
gelieferte Sollmotordrehzahl im statischen Arbeitspunkt
 $ne_{\text{nom_stat}}(t)$ oder die daraus resultierende Getriebeüberset-
zung im statischen Arbeitspunkt modifiziert. Bei positiver
Beschleunigung des Fahrzeugs wird diese Solldrehzahl
10 $ne_{\text{nom_stat}}(t)$ aus dem Block 7 durch einen additiven Term
 Δne_{nom} modifiziert, wodurch sich eine modifizierte untere
Motordrehzahl $ne_{\text{nom_min}}$ mit ergibt

$$ne_{\text{nom_min}} = ne_{\text{nom_stat}}(t) - \Delta ne_{\text{nom}} \quad (1)$$

15

bezogen auf die aktuelle Getriebeübersetzung $i_{\text{nom_select}}(t_1)$
für die Sollgetriebeübersetzung $i_{\text{nom_select}}(t_2)$.

- Vorausgesetzt die Getriebeübersetzung ist $i = n_{\text{ein}}/n_{\text{aus}}$, er-
20 gibt sich:

$$i_{\text{nom_select}}(t_2) = i_{\text{nom_stat}}(t_2) - \Delta i(t_2) = i_{\text{nom_stat}}(t_2) - \Delta ne_{\text{nom}}/n_{\text{aus}} \quad (2)$$

- Dabei steht die Getriebeausgangsdrehzahl n_{aus} im allgemeine
25 als Meßgröße zur Verfügung. Falls nicht, so läßt sich unter
den Annahmen

$$n_{\text{aus}} = ne_{\text{nom_select}}(t_1)/i_{\text{nom_select}}(t_1) \quad (2a)$$

30 und

$$i_{\text{nom_select}}(t_1) = i_{\text{ist}} = i_{\text{nom_stat}}(t_2) \quad (2b)$$

- die Gleichung (2) vereinfachen, da zu einem Zeitpunkt t_1
35 $\Delta i = 0$ gilt: